

PCB i apparater i Danmark

Jakob Maag og Carsten Lassen

COWI

Miljøstyrelsen vil, når lejligheden gives, offentliggøre rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter inden for miljøsektoren, finansieret af Miljøstyrelsens undersøgelsesbevilling.

Det skal bemærkes, at en sådan offentliggørelse ikke nødvendigvis betyder, at det pågældende indlæg giver udtryk for Miljøstyrelsens synspunkter.

Offentliggørelsen betyder imidlertid, at Miljøstyrelsen finder, at indholdet udgør et væsentligt indlæg i debatten omkring den danske miljøpolitik.

Miljøstyrelsen
PCB i apparater i Danmark

Maj 2000

Dokument nr.: 43265-01
Revision nr.: 02
Udgivelsesdato: 1999-05-29
Filnavn C:\Carsten\PCB 3 rapport.DOC
Udarbejdet: CRL
Kontrolleret: JAM
Godkendt: OVH

Indholdsfortegnelse

Sammenfatning og konklusioner	4
Summary and Conclusions	8
1 Indledning	12
2 Anvendelse af PCB i Danmark	14
3 Kondensatorer med PCB	17
3.1 Store kondensatorer til fasekompensering	17
3.2 Små kondensatorer til netspænding	20
3.3 PCB i elektronik	21
4 Transformatorer	23
5 Registrering af større apparater med PCB	26
6 PCB-holdigt affald modtaget på Kommunekemi	29
Referencer	31
Bilag 1 Udsendte spørgeskemaer	33
Bilag 2 Distributionsselskaber, kraftværker og virksomheder kontaktet ved spørgeskemaundersøgelser (ikke i denne version)	
Bilag 3 Liste over indehavere af elektrisk udstyr med et indhold på over 5 dm³ PCB (ikke i denne version)	

Sammenfatning og konklusioner

Stofgruppen PCB fik en væsentlig udbredelse i Danmark med blandt andet kondensatorer og visse andre elektriske apparater frem til starten af 1980'erne. Denne undersøgelse, som Miljøstyrelsen har fået gennemført af COWI Rådgivende Ingeniører, har omfattet mere end 1.300 af de mest sandsynlige indehavere af PCB-holdige transformatorer og store kondensatorer. Undersøgelsen har vist, at der var en beskedent mængde af større PCB-holdigt udstyr i brug. Der er formentlig dog stadig en mindre del PCB i brug i kondensatorer til fasekompensering og til lysstofarmaturer, i elektronik og evt. i en overset transformator.

Formål og baggrund

Miljøstyrelsen har ved udgangen af 1998 udsendt en ny bekendtgørelse om PCB. I den forbindelse har Miljøstyrelsen ønsket at få overblik over hvor meget PCB, der stadig er i omløb i elektriske apparater i det danske samfund.

PCB's historie

PCB er en gruppe af klorerede organiske stoffer, de såkaldte polychlorede biphenyler. PCB dannes ikke naturligt, men er siden først i dette århundrede blevet fremstillet i industrien. Dog ikke i Danmark.

I Danmark har man ligesom i resten af verden benyttet PCB til forskellige tekniske formål. PCB'er er yderst stabile kemiske stoffer, der bl.a. er gode til at lede varme og gode som elektriske isolatorer. At de samtidigt har svært ved at brænde, har gjort dem teknisk velegnede til elektriske apparater, der kunne blive udsat for opvarmning. PCB til tekniske formål er kun blevet fremstillet og solgt som flydende, olieagtige stofblandinger.

PCB har især været anvendt i kondensatorer i alle størrelser, samt i store olieledede højspændingstransformatorer. Man har dog også brugt en hel del PCB som blødgøringsmiddel i maling, fugemasser til byggeri, plast mv. Selvkopierende papir er også blevet lavet med indhold af PCB i en periode.

PCB er bioakkumulerbart, dvs. det opkoncentreres gennem fødekæden. På grund af dets kemiske stabilitet er det meget svært nedbrydeligt i naturen. Stofgruppen er klassificeret af den internationale kræftforskningsorganisation IARC som "formodet kræftfremkaldende for mennesker", dvs. at alle tilgængelige oplysninger tyder på, at stofgruppen er kræftfremkaldende (IARC: 2A). PCB er desuden giftigt for mennesker og i miljøet. En anden uheldig egenskab ved PCB er, at det ved brand kan omdannes til langt mere giftige stoffer, de såkaldte klorerede dibenzofuraner.

Siden midt i 1970'erne er der derfor indført restriktioner på anvendelsen af PCB i Danmark. I 1977 blev de såkaldte "åbne" anvendelser forbudt, dvs. PCB i maling, fugemasser, selvkopierende papir mv. I 1986 fulgte så et totalt forbud mod salg af PCB og PCB-holdige apparater og andre produkter. Eksisterende PCB-holdige apparater måtte dog stadig anvendes i en overgangsperiode (frem til 1995 for de vigtigste). I den nyeste bekendtgørelse fra december 1998 er der stillet supplerende krav om, at de vigtigste PCB-holdige apparater skal bortskaffes eller renses ("dekontamineres") indenfor

nærmere angivne tidsfrister. For transformatorer og større kondensatorer skulle det ske inden 1. januar 2000.

Undersøgelsen

Denne undersøgelses vurderinger har baggrund dels i oplysninger indhentning fra litteratur og videncentre, dels i spørgeskemaundersøgelser rettet mod de mest sandsynlige indehavere af PCB-holdige transformatorer og store kondensatorer. Undersøgelsen og rapporteringen er foretaget i 1998 og 1999 af Jakob Maag og Carsten Lassen, COWI Rådgivende Ingeniører AS for Miljøstyrelsen. Arbejdet er blevet fulgt af en styregruppe med deltagelse fra Miljøstyrelsen og COWI.

Undersøgelsen omfatter kun anvendelsen af PCB i elektriske apparater. PCB i maling, fugematerialer mv. er ikke behandlet.

Hovedkonklusion

Spørgeskemaer udsendt til over 1.300 indehavere af transformatorer og store kondensatorer viser, at der ikke længere er PCB-holdigt udstyr i brug i forsyningsnettet. I alt 23 forbrugere af elektricitet svarede, at de havde PCB-holdigt udstyr eller udstyr, som muligvis indeholder PCB. Alle 23 indehavere af PCB-holdigt udstyr har efterfølgende bortskaffet udstyret.

Det kan ikke udelukkes, at der stadig vil være mindre mængder PCB-holdige store kondensatorer til fasekompensering og evt. enkelte transformatorer i brug hos virksomheder, men at det vil være praksis umuligt at identificere dette udstyr. Folk i el-branchen bør dog stadig være opmærksomme på gammelt elektrisk udstyr, således at PCB-holdigt udstyr, i fald det dukker frem, kan blive bortskaffet korrekt.

En vis mængde PCB kan muligvis stadig være i brug i små kondensatorer bl.a. i gamle hårde hvidevarer og i armaturer til lysstofrør, som er mere end 20 år gamle.

Historisk forbrug

Historiske oplysninger stammende fra en opgørelse Miljøstyrelsen fik lavet i 1983 er vist i tabel 1. På dette tidspunkt var salget af PCB-holdige apparater i Danmark praktisk taget stoppet.

Tabel 1

Anslået summeret forbrug af PCB med elektriske og elektroniske produkter i Danmark i perioden 1950-1983.

Anvendelse	Anslået summeret forbrug af PCB i Danmark (tons) ¹⁾
Store kondensatorer til fasekompensering	450-750
Små kondensatorer i lysarmaturer, hårde hvidevarer m.m	175-325
Højspændingstransformatorer	30-100
Kondensatorer mv. i elektronik	?? ³⁾
Sum	655-1.175

Noter:

- ¹⁾ Det summerede forbrug for hver anvendelse, set over hele den årrække hvor PCB har været anvendt til formålet i Danmark

Elektriske apparater bidrog med ca. halvdelen af det oprindelige akkumulerede forbrug af PCB (omkring 600-1.100 tons PCB ud af i alt 1.100-2.000 tons). Den øvrige mængde blev brugt med malinger, fugemasser, selvkopierende papir mv.

Transformatorer

I transformatorer i Danmark har PCB kun været anvendt i meget begrænset omfang og kun til højspændingsformål. Dvs. de har været benyttet i elforsyningsnettet samt til enkelte andre formål, fx på havnekraner og i metalstøberier. Mindre transformatorer i elapparater og maskiner har været såkaldt tørre typer, dvs. de har ikke været olieafkølet med PCB. På basis af denne undersøgelse vurderes det, at der i dag kun resterer få, om nogen, højspændingstransformatorer med PCB-holdig køleolie.

Store kondensatorer

Alle oplysninger om store kondensatorer tyder på, at der fortsat vil være en begrænset mængde PCB i brug i kondensatorer til fasekompensering, men det er ikke muligt at pege på, hvor det præcist vil kunne være.

Fasekompensering anvendes til aflastning af elforsyningsnettet for den såkaldte blindstrøm, der dannes ved brug af elmotorer, transformatorer og (andre) kondensatorer. Elselskaberne stiller krav til storforbrugere af strøm om fasekompensering. Derfor har PCB-holdige kondensatorer haft en meget bred anvendelse overalt i samfundet. De har blandt mange andre steder været benyttet i fx jern- og metalstøberier, foderstoffirmaer, fiskeindustri, større maskinfabriker, skibsværfter, savværker og andre større træforarbejdende virksomheder, plaststøberier, store vaskerier, hospitaler, lysanlæg på stationer og rensningsanlæg.

Skønsmæssigt har bestanden været helt oppe omkring 50.000 store kondensatorer med PCB først i 1980'erne. Anvendelse af store kondensatorer har været forbudt siden 1. januar 1995 og udstyret skal være helt bortskaffet pr. 1. januar 2000. I kraft af megen information fra bl.a. Miljøstyrelsen, Arbejdstilsynet og Dansk Brandværns-Komité (nu Dansk Brandteknisk Institut) sidst i 1980'erne og et fortsat opsøgende arbejde fra kondensatorleverandørerne, er langt størstedelen af disse kondensatorer i dag erstattet med

PCB-frie typer (i disse er isolatorerne plastfolier i stedet for PCB-holdigt papir som tidligere).

I nærværende undersøgelse har 19 store forbrugere af elektricitet svaret, at de var indehavere af PCB-holdige kondensatorer. Da undersøgelsen omfatter mere end 1.300 af de største og mest sandsynlige indehavere af PCB-holdigt udstyr, vurderes det, at det vil være ret begrænsede mængder af store PCB-holdige kondensatorer, der endnu er i omløb.

Spørgeskemaundersøgelse

Der er i tre runder sendt spørgeskemaer til 1.310 elselskaber, havne, affaldsbehandlingsvirksomheder, institutioner og industrivirksomheder. Heraf besvarede 92% henvendelsen. Det skal bemærkes, at virksomhederne ved den første runde ikke havde pligt til at svare og ved de sidste to runder kun havde pligt til at svare, hvis de var indehavere af PCB-holdigt udstyr.

Den samlede mængde PCB, som er identificeret i undersøgelsen, er 3,3 tons, hvoraf en enkelt virksomhed, som både havde PCB-holdige transformatorer og kondensatorer, alene tegnede sig for 2,5 tons.

Elektronik

Tilgængelige oplysninger om PCB-indhold i elektronik er meget begrænsede, men de tyder dog på, at PCB i dag stort set er ude af elektronikomsætningen.

Bortskaffelse

Oplysninger fra Kommunekemi om indleveret PCB-holdigt affald bekræfter, at stort set alle højspændingstransformatorer med PCB synes at være væk i dag, mens der stadig modtages en lille mængde PCB-holdige kondensatorer. I 1999 blev der indleveret i størrelsen 50 store kondensatorer til behandling, hvoraf hovedparten må forventes at være udstyr identificeret i forbindelse med denne undersøgelse.

Små PCB-holdige kondensatorer i armaturer til lysstofrør er tidligere overvejende blevet bortskaffet via dagrenovation og storskrald til affaldsforbrænding eller deponering. I 1998 blev der lavet en bekendtgørelse om håndtering af kasserede elektriske og elektroniske produkter med ikrafttrædelse 1. dec. 1999. Denne bekendtgørelse har medført at kommunerne i dag er aktive med at informere borgerne om, at alt elektrisk og elektronisk udstyr skal indsamles særskilt. Det må derfor forventes, at eventuelle PCB-holdige komponenter af lysstofarmaturer og elektronisk udstyr fremover vil blive behandlet særskilt.

Summary and Conclusions

The group of chemicals PCB was used in substantial amounts in Denmark, particularly in capacitors and other electrical equipment. This investigation, conducted by COWI Consulting Engineers and Planners for the Danish Environmental Protection Agency, has included more than 1,300 of the most probable holders of PCB containing equipment. The investigation showed that only modest amount of PCB-containing equipment was in use. A small amount is probably still in use, however, mainly in capacitors for power factor correction and in fluorescent lamp fittings and may be a transformer which has escaped notice.

Background and objectives

By the end of 1998, the Danish EPA has released a new regulation on PCBs. Hence the EPA desired an updated status of the amounts of PCB currently in circulation with electrical equipment in the Danish society.

The history of PCB

PCB is a group of chlorinated organic chemicals, the so-called polychlorinated biphenyls. They are not formed naturally, but have been synthesised industrially since the first decades of this century. No production has taken place in Denmark, though.

In Denmark, like in the rest of the world, PCB has been used for a number of technical purposes. PCBs are highly stabile compounds, good heat conductors, and excellent electrical isolators (dielectrics). Furthermore they are fire retardants, all in all making them technically suitable for use in electrical equipment prone to be overheated in use or in case of malfunctioning. PCB for technical uses has only been produced and sold as oil-like liquid mixtures.

PCB has been used in Denmark in capacitors of virtually all sizes, as well as in large oil-cooled transformers for high voltages. Additionally quite some PCB has been used as a plastizicer in paints, sealant for house-construction, sealant for sealed glazing units, plastics, etc. Even in carbonless paper, PCB has been used for a period.

PCB is bioaccumulated in the environment; in other words it is concentrated through the food chains. Because of its chemical stability, its degradability in nature is very low. PCB has been classified "probably carcinogenic to humans" by The International Agency for Research on Cancer (IARC: 2A). Furthermore, it is toxic for humans and in the environment. Another disadvantage is the possible formation of the highly toxic compounds chlorinated dibenzofuranes, when PCB is burned.

Since the mid 1970'ies, the use of PCB has therefore been restricted in Denmark. In 1977 the so-called "open" applications of PCB was banned; that is the uses in paints, sealant, carbonless paper etc. In 1986, this was followed by a total ban of the sale of PCB and PCB-containing products in Denmark. Existing equipment could be used in a transition period (ending in 1995 for the most important equipment types). In the new regulations of December 1998, deadlines on the disposal or decontamination of existing

equipment with PCB have been posed. For transformers and large capacitors, the deadline was January 1 2000.

This investigation

This investigation is based on data from the literature and interviews with technical experts in the area, as well as on questionnaires sent to most probable owners of PCB transformers and capacitors. The investigations and the reporting has been carried out in 1998 and 1999 by Jakob Maag and Carsten Lassen, COWI Consulting Engineers and Planners AS, for the Danish Environmental Protection Agency. The work has been reviewed by a steering committee with representatives from The Danish EPA and COWI.

The investigation covers PCB in electrical appliances only. Uses in paints, sealant, etc. are not described.

Main conclusions

Questionnaires sent to more than 1,300 holders of transformers and large capacitors show that PCB containing equipment is no longer in use in the power distribution network. In total 23 consumers of electricity answered that they were holders of PCB-containing equipment or equipment that may hold PCB. All 23 have subsequent to the inventory disposed of the equipment to Kommunekemi.

It cannot be excluded that a small amount of PCB-containing large capacitors and maybe a few PCB-containing transformers are still in use by enterprises. It would be practical impossible to further identified this equipment. However, electricians should still be aware of PCB-containing equipment and take care that it is disposed of as hazardous waste if it emerge.

Some PCB may still be in use in capacitors in ballasts of old fluorescent lamps and in white goods of more than 20 year.

Historical consumption

Information on the historical consumption based on an investigation initiated by the Danish EPA in 1983 is shown in Table 1. At that time the sales of PCB equipment had virtually stopped in Denmark.

Electrical appliances originally contributed with about half of the total accumulated turnover of PCB in Denmark (estimated at 600-1100 metric tonnes PCB of a total of 1100-2000 tonnes). The rest was used with paints, sealant, carbonless paper etc.

Transformers

PCB has only to a small extent been used for transformers in Denmark and only for high voltage purposes in the power distribution network, as well as for a few other purposes such as foundries and cranes. Smaller transformers in electrical devices, machines etc. has been dry transformers, meaning not oil-cooled. On the basis of this investigation it is deemed that only a few, if any, PCB-transformers remain.

Table 1

Estimated added up consumption of PCB with electrical and electronic products in Denmark 1950-1983.

Application	Estimated added up consumption of PCB in Denmark, tonnes ¹⁾
Large capacitors for power factor correction	450-750
Small capacitors in fluorescent light ballasts, refrigerators, microwave ovens etc.	175-325
High voltage transformers	30-100
Capacitors etc. in electronics	?? ³⁾
Sum	655-1,175

Notes:

- ¹⁾ The total consumption of PCB with the application, summed up for the whole period of use in Denmark.

Large capacitors

All available information on large capacitors indicate, that a limited volume of PCB may still be in use in capacitors for power factor correction, but it is not possible explicitly to point out where they are.

Power factor correction is a measure to limit the effects on the power distribution network of the so-called "blind current" generated by electromotors, transformers and (other) capacitors. Power factor correction is obligatory for large-scale industrial consumers, and as such, it has resulted in the wide distribution of PCB capacitors in the Danish society. Among many other places, they have been used in foundries, in other metal industries, in the fish processing industries, in sawmills and other large woodprocessing industries, in plastic processing, industrial laundries, lighting systems of stadiums, hospitals, waste water treatment plants, etc.

The maximum number of large PCB capacitors in use in Denmark in the beginning of the 1980'ies was estimated at around 50.000. The use of large capacitors has been prohibited in Denmark by January 1 1995, and the equipment has to be disposed of by January 1 2000. Following a major information campaign launched by the Danish EPA and the Danish Institute of Fire Technology (among others) in the mid eighties, and a continuing search by the suppliers of capacitors, the majority of the PCB capacitors are substituted today. In modern capacitors for power factor correction, the isolator is a thin plastic foil, instead of the former PCB-soaked paper.

In the present inventory 19 consumers of electricity has answered that they were holders of PCB-containing capacitors. The inventory covers more than 1,300 of the most probable holders of the equipment and the result indicate that only a small amount of PCB-containing large capacitors are still in use.

Questionnaire inventory

In three rounds in total 1,310 questionnaires have been send to enterprises of the power distributing network, harbours, waste treatments plants, institutions and industrial enterprises. About 92% has answered the inquiry. It should be noted that by the first round the enterprises had no obligation to

answer the inquiry and by the second and third round they only had the obligation if the answer was affirmative.

The total PCB volume identified by the inventory is 3.3 tonnes. Of these a single enterprise holding both PCB-containing transformers and capacitors accounted for 2.5 tonnes.

Electronics

Only little information is available regarding the content of PCB in electronics. The available information indicates however, that PCB is by and large out of the turnover of electronics today.

Disposal

Information obtained from the national Danish hazardous waste treatment plant, Kommunekemi, seem to confirm that virtually all high voltage PCB transformers seem to have been disposed of today, whereas a limited amount of PCB capacitors is still delivered for treatment. In 1999 about 50 large capacitors were delivered for treatment. The main part of these is presumed to be equipment identified in this inventory.

The majority of small PCB capacitors in fluorescent light ballasts etc. is deemed to have been disposed of in the regular solid waste streams, ending up in landfills and waste incineration plants. In 1998 a new Statutory Order on treatment of waste of electric and electronic products coming into force by December 1 1999 was adopted. The Statutory Order has brought along that the municipalities today are active in informing the public that all waste of electronic and electric equipment has to be separately collected. Consequently it must be expected that any PCB containing components of fluorescent lamps and electronics that may arise from now on will be treated separately.

1 Indledning

Baggrund

Blandinger af stoffer fra stofgruppen PCB har tidligere været anvendt til en række tekniske formål i Danmark. I takt med, at PCB blev erkendt miljø- og sundhedsskadeligt, er der indført regulering af anvendelsen af PCB i Danmark. Den første regulering kom i 1977, se herom nedenfor. Med et EU-direktiv om bortskaffelse af PCB (EU, 1996) og den seneste danske bekendtgørelse om PCB, PCT og erstatningsstoffer herfor, er salg, anvendelse og bortskaffelse af disse stoffer reguleret i Danmark (Bek. nr. 925, 1998, der bl.a. implementerer omtalte direktiv).

Formål

Frem til 1995 har det været tilladt at anvende visse elektriske apparater og komponenter med indhold af PCB. I relation til den nye bekendtgørelse har Miljøstyrelsen med denne undersøgelse ønsket at få et overblik over forekomsten af PCB-holdige elapparater i Danmark i dag.

PCB og beslægtede stoffer

PCB er en gruppe af chlorerede organiske stoffer, de såkaldte polychlorerede biphenyler. PCB dannes ikke naturligt, men er i en årrække blevet fremstillet ved kemisk syntese til industrielle formål. PCB-blandinger er gullige olielignende væsker. PCB's tekniske fordele er bl.a. lav brandbarhed, lav elektrisk ledningsevne, høj stabilitet og god køleevne. PCB til tekniske formål er kun blevet solgt som blandinger af biphenyler med forskellige grad af chlorering. Teoretisk set omfatter stofgruppen 209 enkeltstoffer (kaldet kongener), men kun ca. 130 heraf er fundet i kommercielt tilgængelige PCB-blandinger (Ahlborg *et al.*, 1992). PCB er bioakkumulerbart, dvs. det opkoncentreres i fødekæden og det er giftigt for mennesker og i miljøet. På grund af dets kemiske stabilitet er det meget svært nedbrydeligt i naturen. Ved brand af PCB kan dannes chlorerede dibenzofuraner, der har langt større giftighed. Stofgruppen er klassificeret af den internationale kræftforskningsorganisation IARC som "formodet kræftfremkaldende for mennesker", dvs. at alle tilgængelige oplysninger tyder på, at stofgruppen er kræftfremkaldende (IARC: 2A).

I bekendtgørelsen på området menes der med ordet "PCB", væsker der indeholder mere end 50 ppm PCB, eller de beslægtede stoffer PCT (polychloroterphenyler), monomethyltetrachlor-diphenylmethan, monomethyldichlor-diphenylmethan eller monomethyldibromdiphenylmethan. De beslægtede stoffer er i et vist omfang blevet anvendt som erstatning for PCB. I de generelle undersøgelser til denne rapport er der ikke skelnet mellem disse stoffer. Brugen af ordet "PCB" i rapporten dækker således i princippet alle stofferne. I de udsendte spørgeskemaer (se afs. 7) er alle stoftyperne nævnt særskilt.

Regulering vedr. PCB mv.

De første begrænsninger af brugen af PCB i Danmark kom i 1977, hvor de såkaldt "åbne anvendelser" i fugemasser, maling, plast mv. blev forbudt (Bek. nr. 18, 1976).

Alt **salg** af PCB og PCB-holdige apparater har været forbudt i Danmark siden 1986. Siden 1. januar 1995 har det også været forbudt at **anvende** større kondensatorer og transformatorer med indhold af PCB, dvs. typer med totalvægt større end 1 kg eller effekt på 2 kVA(r) eller derover (Bek. nr. 718, 1986).

Den nye bekendtgørelse om PCB, PCT og erstatningsstoffer herfor præciserer bl.a. **bortskaffelsen** af disse apparater. Opbevarede apparater af disse typer skal være bortskaffet inden 1. januar 2000.

Bekendtgørelsen indeholder endvidere en regel om at indehavere af transformatorer med mere end 500 ppm PCB, uanset transformatorernes størrelse, skal sørge for at disse dekontamineres hurtigst muligt (Bek. nr. 925, 1998).

Styregruppe for dette projekt

Undersøgelsen er fulgt og vurderet af en styregruppe med følgende deltagere:

- Lone Schou, Miljøstyrelsen, Erhvervsaffaldskontoret
- Frank Jensen, Miljøstyrelsen, Kemikaliekontoret
- Jakob Maag, COWI

Rapportens forfatter

Denne rapport er skrevet af Jakob Maag og Carsten Lassen, COWI Rådgivende Ingeniører AS.

2 Anvendelse af PCB i Danmark

Hansen og Grove (1983) gennemførte i 1983 et studie af bl.a. omsætningen og ophobningen af PCB i det danske samfund. De anvendelser, de identificerede er angivet i tabel 2.1. I tabellen er også angivet, hvilke perioder stofferne blev anvendt i, samt vurderinger af, hvor meget PCB der var brugt i samfundet frem til 1981.

Tabel 2.1

Tidligere anvendelser af PCB i Danmark (Hansen og Grove, 1983, m.fl.).

Anvendelse	Omtrentlig periode med forsyning af PCB-holdige produkter til anvendelsen	Anslået totalforbrug i Danmark i perioden, tons
Elektrotekniske formål:		
Store kondensatorer ¹⁾	1950-1981 ³⁾	450-750
Små kondensatorer ²⁾	1950-1980 ⁴⁾	175-325
Transformatorer til højspænding	1950-1982 ⁵⁾	30-100
Sum, elektroteknik (afrundede tal)		650-1200
Som blødgørere: ⁶⁾		
Maling	1955-1973	130-270
Lim, fugemasser mv. ⁷⁾	1967-1981 ³⁾	166-235
Andet:		
Selvkopierende papir ⁶⁾	1960-1973	150-250
Varmetransmissionsvæske, hydraulikolie, skæreolie ⁶⁾ , immersionssolie ⁶⁾	1950(?) - 1967	<10
Som følgestof (i papir, foderstoffer mv.)		<60
I alt (afrundet)		1100-2000

¹⁾ I Hansen og Grove (1983) menes hermed kondensatorer med effekt større end 0,5 kVAr til fasekompensering.

²⁾ Betegnelsen omfatter her kondensatorer til fasekompensering i armaturer til lysstofrør og visse typer af natrium- og kviksølvlamper, samt kondensatorer til bl.a. hårde hvidevarer (motorstart) og mikrobølgeovne (Hansen og Grove, 1983).

³⁾ Forsyningen af PCB med nye store kondensatorer kan være begyndt tidligere end 1950 i et begrænset omfang. Ifølge en anden kilde var der fortsat et væsentligt salg frem til 1983 (Dansk Brandværns-Komité, ca. 1986). Salget blev forbudt i Danmark i 1986 (Bek. nr. 718, 1986).

⁴⁾ Ifølge en anden kilde var der fortsat et væsentligt salg frem til 1983 (Dansk Brandværns-Komité, ca. 1986).

- 5) Ifølge en anden kilde (Falkengaard, 1998) kom PCB-holdige transformatorer først til anvendelse i Danmark få år før ophøret, måske nok i en noget kortere årrække end angivet af Hansen og Grove (1983).
- 6) Salget af disse såkaldte "åbne anvendelser" af PCB blev forbudt i 1977 (Bek. nr. 18, 1976).
- 7) De mængdemæssigt vigtigste anvendelser, lim og fugemasser, angives af Hansen og Grove (1983) som ophørt i ca. 1973. Der er desuden indregnet en begrænset anvendelse som blødgører i plast, tryksværte og voks. Disse anvendelser er af Hansen og Grove (1983) antaget at være fortsat helt til 1981.

Som nævnt er der i denne rapport fokuseret på de "elektrotekniske formål", dvs. anvendelsen af PCB i elektriske og elektroniske apparater og komponenter. Se yderligere beskrivelse af disse apparaters udbredelse mv. i de følgende afsnit.

I Hansen og Grove (1983) er endvidere givet en grov vurdering af, hvor store dele af "lageret" af PCB i samfundet, der måtte anses som bortskaffet frem til 1981. Oplysningerne herfra om transformatorer og kondensatorer er angivet i tabel 2.2.

Tabel 2.2

Anslået bortskaffelse af PCB med kondensatorer og transformatorer frem til 1981 (Hansen og Grove, 1983).

Anvendelse ¹⁾	Middellevetider, år	Væsentligste bortskaffelsesmetode	PCB bortskaffet indtil 1981, tons ³⁾	PCB ophobet i samfundet med disse apparater pr. 1981, tons
Store kondensatorer	30-50	Leverandører, Kommunekemi	30-90	350-700
Små kondensatorer	10-15 ²⁾	Losseplads	100-180	70-130
Transformatorer til højspænding	>30	Leverandører, Kommunekemi	20-40	10-80
I alt			150-310	430-910

Noter:

- 1) Se omfattede typer i noterne til tabel 2.1.
- 2) Baseret på den tekniske levetid af armaturer mv. som kondensatorerne er indbygget i. Selve kondensatorerne har formodentligt længere levetid.
- 3) Overslag foretaget af Hansen og Grove (1983) ud fra oplysninger om årlige forsyninger samt de angivne middellevetider.

Andre anvendelser af PCB

Ud over anvendelserne nævnt i tabel 2.1 vides det, at PCB har været anvendt i elektroniske komponenter, bl.a. i visse små kondensatorer. Læs mere herom i afsnit 5.3.

Ifølge en vejledning i håndtering af PCB-holdigt udstyr fra det offentlige Lawrence Livermore National Laboratory i USA har PCB, ud over anvendelser nævnt ovenfor, været brugt i følgende sammenhænge (LLNL, 1999):

- Væskefyldte elektriske kabler
- Elektriske afbrydere
- Spændingsregulatorer

Vikkelsø (1999) oplyser, at der har været anvendt nogen typer olie-isolerede afbrydere i Danmark (dvs. de kan potentielt have indeholdt PCB). Det har været hos elforsyningsselskaberne og ganske få andre storforbrugere af strøm, herunder muligvis DSB. Der er ikke fundet øvrige oplysninger om afbrydere med potentielt PCB-indhold.

Ved spørgeskemaundersøgelserne (se kapitel 5) svarede to virksomheder, at de havde andet udstyr bl.a. en olieholdig kontaktor, som evt. kunne indeholde PCB. Resultater af analyser forelå dog ikke ved undersøgelsens afslutning.

Den eventuelle forekomst af PCB-holdige kabler og spændingsregulatorer er ikke undersøgt nærmere i dette projekt. I litteraturgennemgang og anden dataindsamling er der dog ikke fremkommet andre indikationer af, at PCB skulle være brugt til disse formål i Danmark.

3 Kondensatorer med PCB

3.1 Store kondensatorer til fasekompensering

Anvendelse

Larsen (1998) beskriver kondensatorer til fasekompensering som følger:

Fasekompensering anvendes, hvor man har (kraftige) motorer, transformatorer, kondensatorer mv., der er tilkoblet elnettet. Kondensatorer og spoler skaber nemlig en "ekstra" elektrisk strøm i ledningerne, hvis fase (rytme) er forskudt i forhold til den fase, vekselstrømmen fra elværket har. Denne såkaldte blindstrøm pulserer bare frem og tilbage på elnettet, men bruger ikke i sig selv energi. Problemet er, at den optager plads i ledningerne med kapacitetsproblemer og varmetab til følge.

Fasekompensering ophæver blindstrømmen i ledningerne fra det punkt, hvor kompenseringen er tilsluttet og videre "bagud" i elnettet til elværket. Fasekompensering virker ved, at man sætter en kondensator ind i kredsløbet, der forskyder fasen og derved netop modsvarer, (dvs. neutraliserer), den blindstrøm, det elforbrugende apparat laver.

Kondensatoren kan være placeret i direkte forbindelse med fx. den motor, der skaber blindstrømmen (mest udbredt i "PCB-perioden"), eller den kan være monteret i forbrugers elskab, hvor den kan fungere i relation til alle brugerens apparater (anvendes især sådan i dag). Fasekompensering anvendes i de fleste tilfælde på grund af elselskabernes krav om reduktion af blindstrømmen. Det anvendes dog også i nogen udstrækning til aflastning af store forbrugers interne ledningsnet.

Kondensatorernes blindeffekt angives i kVAr (kilo-volt-ampere-reaktiv), modsat nyttiggjort effekt, der angives i kW (kilowatt = kVA).

Kondensatorer til fasekompensering er i anvendelse overalt, hvor der bruges større elmotorer (fx. industri og ventilationsanlæg), belysning med store antal gamle lysstofrør, større transformatorer, induktionsovne mv. Det kan fx være:

- Jern- og metalstøberier
- Foderstoffirmaer
- Slagterier og fødevarefabrikker
- Fiskeindustri
- Tobaksfabrikker
- Større maskinfabrikker
- Elektrotekniske virksomheder
- Skibsværfter
- Savværker og andre større træforarbejdende virksomheder
- Gasproduktion (bruger kompressorer)
- Plaststøberier
- Malingsfabrikker
- Væverier og tæppefabrikker
- Papir og emballagefabrikker
- Store vaskerier
- Trykkerier
- Hospitaler

- Universiteter og andre læreanstalter
- Edb-centraler eller store Edb anlæg fx i banker
- Forbrændingsanlæg og rensningsanlæg
- Store landbrug
- Lysanlæg på store stadioner

Kondensatorer af denne type er opbygget af to elektriske poler, der er adskilt af et isolerende materiale. Tidligere bestod de i praksis af to lag tynd alufolie adskilt af olieholdigt papir. Det hele bliver rullet således, at man kan have poler med areal som en håndboldbane i en kondensator omtrent på størrelse med et paprør fra en køkkenrulle. PCB blev tilsat olien for at nedsætte brandrisikoen (ca. 2/3 af olien var normalt opsøget i papiret ifølge Falkengaard, 1998). Mikroskopiske fejl i foliens overflade kan nemlig resultere i ophedning.

Store PCB-holdige kondensatorer til fasekompensering vejede typisk 25-50 kg og indeholdt i gennemsnit omkring 10 kg PCB. I mindre virksomheder anvendes dog ofte mindre kondensatorer indeholdende 3-5 kg PCB.

I dag indeholder størstedelen af kondensatorerne til fasekompensering en plastfolie som isolator i stedet for olieholdigt papir, og polerne består af et uhyre tyndt zinklag, der er dampet direkte på plastfolien. Der er stadig et lille forbrug af større kondensatorer med oliemættet papir uden PCB. I dag anvendes andre brandhæmmere end PCB til formålet

Oprindelig bestand i Danmark

Hansen og Groves (1983) vurderede det samlede forbrug af PCB med store kondensatorer til 450-750 tons frem til 1981, på basis af oplysninger om dansk produktion og dennes markedsandele (med ca. 600 tons som bedste bud; se også oversigten i tabel 2.1). De anslog endvidere, at 30-90 tons af denne mængde var bortskaffet via leverandører og Kommunekemi pr. 1981.

Omkring 1986 udsendte Dansk Brandvæns-Komité en pjece, "PCB-holdige transformatorer og kondensatorer", med detaljeret information om PCB og den risiko, det udgør, især i forbindelse med brand (Dansk Brandvæns-Komité; Falkengaard, 1998). I pjecen er det angivet, at den totale bestand af PCB-holdige kondensatorer på det tidspunkt blev anslået til ca. 50.000 stk. med et samlet PCB-indhold på ca. 500 tons. Ifølge en af pjecens forfattere, Ole Falkengaard, var dette skøn baseret på danske elselskabers lister over elforbrugere med fasekompensering (Falkengaard, 1998).

Der findes ingen centrale registreringer af store kondensatorer til fasekompensering. Nogle elforsyningselskaberne har decentrale registre over forbrugere med påbudt fasekompensering, men det er ikke gældende for alle.

PCB-holdige kondensatorer i dag

I de registreringer, der er gennemført med spørgeskemaer i forbindelse med denne undersøgelse (se kapitel 5), har mindre end 3% af de adspurgte svaret bekræftende på, at de har PCB-holdige kondensatorer. I de fleste af disse tilfælde, har det kun været en mindre del af virksomhedens kondensatorer, der har indeholdt PCB, dvs. de registrerede kondensatorer repræsenterer en væsentlig mindre procentdel end 3%. I sidste runde dækkende mere end 1000 virksomheder, som vurderedes at være de virksomheder, som mest sandsynligt ville kunne have PCB-holdige kondensatorer, er der kun registreret 91 stk. kondensatorer. Resultaterne af undersøgelserne indikerer, at i størrelsesordenen <1% af den oprindelige bestand i dag er tilbage, men at disse vil kunne befinde sig mange steder, og at indehaverne i mange tilfælde ikke er klar over at de har dem.

Udviklingen i bortskaffelsen af PCB-holdigt affald til Kommunekemi (se afsnit 8) viser en klart faldende tendens i mængden af PCB-holdigt affald, der er blevet bortskaffet. I 1998 og 1999 blev der bortskaffet i størrelsen henholdsvis 145 og 50 store kondensatorer, hvoraf den væsentligste del synes at være blevet bortskaffet som resultat af denne undersøgelse. Det må forventes, at PCB-holdige kondensatorer vil kunne findes i affaldskredsløbet de næste ca. 10-15 år med en mængde faldende fra det nuværende niveau til 0.

3.2 Små kondensatorer til netspænding

Anvendelser

Små kondensatorer til netspænding med PCB har ifølge Hansen og Grove (1983) i Danmark været anvendt til:

- Fasekompensering i armaturer til lysstofrør og visse typer af natrium- og kviksøvlamper.
- Motorstartskondensatorer i hårde hvidevarer.
- Kondensatorer i mikrobølgeovne.

I armaturer til lysstofrør sidder den PCB-holdige kondensator i den såkaldte 'ballast', som sidder skjult i armaturet og sædvanligvis ikke skiftes. Den skal ikke forveksles med gnisttænderen, som skiftes jævnlige i forbindelse med vedligeholdelse af armaturet, og som i visse tilfælde også indeholder en lille kondensator.

I et EU-dokument (ENEA, 1995) nævnes, at små PCB-holdige kondensatorer også har været anvendt til tændingssystemer i kedler til private varmeanlæg (hermed menes formodentligt olie- eller gasfyr). Det er uvist, om PCB-holdige kondensatorer også er anvendt til disse formål i Danmark. Det mulige antal vurderes dog umiddelbart at være begrænset sammenlignet med de her behandlede anvendelser - alene fordi sådanne fyr kun har været anvendt i en del af Danmarks ca. 1,4 millioner husstande. Samtidigt er eventuelle PCB-holdige kondensatorer hertil med stor sandsynlighed blevet erstattet med plastfoliekondensatorer i starten af 1980'erne i lighed med de øvrige små kondensatorer.

Oprindelig bestand i Danmark

Hansen og Grove (1983) fandt det ikke muligt at kvantificere forbruget i Danmark direkte, bl.a. fordi armaturer til lysstofrør på det tidspunkt ikke fremgik af handelsstatistikkerne. I stedet antog de, at forbruget var af samme størrelse som i Norge, hvor dette forhold blev undersøgt i 1973 (Lisbeth, 1973).

I Norge var situationen, at der mellem 1952 og 1971 blev solgt ca. 6 millioner af disse typer kondensatorer, heraf blev ca. 500.000 stk./år solgt i 1971. Ca. 90% af de samlede mængder blev solgt med armaturer til lysstofrør, mens anvendelsen af de resterende 10% ikke er specificeret. Mængden af PCB var ca. 30g pr. kondensator (Lisbeth, 1973).

På dette grundlag anslog Hansen og Grove (1983), at der i alt i Danmark var solgt ca. 8,5 millioner stk. PCB-holdige kondensatorer til disse formål i perioden 1952-81. Salget er antaget jævnt faldende fra 500.000 stk. i 1971 til 0 i 1981 (hvor man ifølge citerede producenter gik over til plastfoliekondensatorer uden PCB til disse formål). PCB-forbruget hermed i hele perioden 1952-1981 blev anslået til 250 +/- 75 tons (altså 175-325 tons).

Vurdering af restbestand

Som det fremgår af tabel 2.2 vurderede Hansen og Grove (1983), at den teknologiske levetid for de apparater, kondensatorerne sad i, lå omkring 10-15 år. Dvs. tiden indtil apparaterne blev udskiftet med nye pga. bedre teknisk funktion, forældet design osv. På dette grundlag anslog de, at 100-180 tons PCB var bortskaffet pr. 1981, svarende til at 70-130 tons PCB i disse anvendelser fortsat var i brug i samfundet i 1981.

Hvis det antages, at middellevetiden faktisk ligger omkring 10-15 år, vil hele denne PCB-mængde være bortskaffet inden 1998.

En del af forbruget af disse apparater vil dog være i funktion i noget længere tid. Forfatteren kender eksempler på, at hårde hvidevarer har været i funktion op til 20-25 år. Det har drejet sig om vaskemaskiner, køleskabe og kumefrysere, der typisk er blevet "degraderet" til anvendelse i sommerhuse, garager eller hos næste generation af brugere. Tilsvarende kan gælde for armaturer til lysstofrør, der sidder monteret i ældre lagerhaller, fabrikshaller mv., eller er blevet nedtaget og genanvendt til mindre krævende formål. Det vurderes dog umiddelbart, at kun en lille andel af brugte armaturer bliver genanvendt.

Der må derfor regnes med, at PCB-holdige kondensatorer stadig kan være i anvendelse i gamle armaturer til lysstofrør eller gamle hårde hvidevarer.

3.3 PCB i elektronik

Småkondensatorer med PCB

Ifølge Hohberg (1998), skulle der i elektronik stadig kunne forekomme PCB i småkondensatorer, af den type, der kaldes spændingskondensatorer. Det er Hohbergs opfattelse, at andre typer kondensatorer i elektronik ikke indeholder PCB. Virksomheden Elektro-Miljø i Vejle, der oparbejder en stor del af den elektronik, der bortskaffes i Danmark, har i flere år klippet spændingskondensatorer og elektrolytkondensatorer af printpladerne, og bortskaffet dem særskilt. Denne praksis er med indførelse af bekendtgørelse om håndtering af affald af elektriske og elektroniske produkter blevet et generelt krav.

Ifølge Rambøll (1995) er der fortsat PCB i visse *elektrolytkondensatorer*. Der er ikke angivet yderligere detaljer i referencen.

Legarth (1996) angiver, at anvendelsen af PCB i *elektrolytkondensatorer* i 1996 var under hastig afvikling, men at PCB-holdige elektrolytkondensatorer stadig kunne findes i elektronikaffalds-strømmen.

I hvert fald nogen elektroniske apparater er omfattet af internationale standarder, der foreskriver, at anvendte komponenter ikke må indeholde PCB (ud fra DEMKO, 1998). Standarders krav om PCB-fri elektronikkomponenter er ikke kortlagt systematisk i denne undersøgelse.

PCB-koncentrationer i elektronik

Ved en tysk undersøgelse (Richter *et al.*, 1997; Richter og Dettmer, 1998) udtog man 42 bestykkede printplader af tilfældigt udvalgt elektronikskrot. Teknisk kontrol- og måleudstyr dominerede, mens der var færre printplader fra forbrugerelektronik og hårde hvidevarer. Samlet udgjorde printpladerne ca. 4% af de undersøgte skrottede apparaters vægt. Der er ikke givet oplysninger om de undersøgte apparaters alder eller fremstillingsår. Komponenterne blev skåret af printpladerne og delene blev sorteret i 34 fraktioner efter komponenttyper. Heraf blev 17 fraktioner analyseret for 6 specifikke PCB'er (ud af de i alt ca. 130 enkeltstoffer, se afsnit 1). Ingen transformatorer og printplader blev analyseret.

Man fandt PCB i overraskende lave koncentrationer, men i mange forskellige komponenttyper - også andre end kondensatorer. I fraktioner, hvor PCB kunne måles, lå niveauet på 7-141 µg/kg, dog med en enkelt fraktion på 595 µg/kg (restfraktion med knuste og afskårne småpartikler fra afskæringsprocessen). Der blev fundet PCB i flere kondensatortyper, herunder bl.a. elektrolytkondensatorer, men ikke i alle kondensatortyper.

Det er forfatterens teori, at der har været tale om få enkeltkomponenter med PCB-indhold, mens størstedelen af de undersøgte komponenter i hver fraktion har været uden PCB (Richter og Dettmer, 1998). Den vægtede gennemsnitlige sumkoncentration af PCB (sum over de 6 analyserede enkeltstoffer) var 39 µg/kg blandt de komponentfraktioner, der blev analyseret for PCB. Dette svarede til en gennemsnitlig sumkoncentration på bare 9 µg/kg for disse 6 PCB'er pr. kg undersøgt bestykket printplade (altså excl. apparaternes kabinetter osv.).

Ifølge (Ahlborg *et al.*, 1992) kan man ikke regne med nogen generel ensartethed i sammensætningen af de PCB-blandinger, der har været kommercielt tilgængelige. Det er således ikke muligt umiddelbart at omregne de fundne koncentrationer af indikator-PCB'erne (indikator-kongener) til totale PCB-koncentrationer. I tre undersøgte PCB-blandinger, som er beskrevet i (Ahlborg *et al.*, 1992), udgjorde de 6 analyserede kongener imidlertid samlet mellem 23 og 37 vægtprocent af blandingerne (analyserede kongeners IUPAC-numre: 28, 52, 101, 138, 153 og 180).

Indikation af PCB-omsætning med elektronik

Det må konkluderes, at tilgængelige oplysninger om PCB i elektronik er sparsomme. Oplysningerne indikerer dog, at omsætningen af PCB med elektronik i Danmark i dag er begrænset både i affalds- og forsyningsstrømmene (forsyningen af bestykkede printplader er groft anslået lidt større end bortskaffelsen af samme).

4 Transformatorer

Anvendelse i højspændings- transformatorer

Hansen og Grove (1983) angiver, at PCB kun er anvendt til transformatorer til højspænding i Danmark. Dels i elforsyningsnettet, dels hos visse storforbrugere af el i industrien.

PCB blev anvendt som kølemiddel og isolator i nogen typer højspændingstransformatorer. Transformatorens kerne og vindinger var nedsænket i PCB-holdig olie i en stor beholder. PCB var velegnet på grund af dets varmeledningsevne, elektriske isoleringsevne og brandhæmmende effekt. I visse af disse transformatorolier var PCB-produkter blandet med tri- og tetrachlorbenzen (blanding benævnt "Askarel"; WHO, 1993).

Ifølge en leverandør med mange års erfaring anvendes olieafkølede transformatorer kun ved effekter over 50 kVA, dvs. i elforsyningsnettet, på kraner samt hos visse store virksomheder (Vikkelsø, 1999).

Mindre transformatorer

Ifølge DEMKO (1998) har mindre transformatorer til elapparater og maskiner til netspænding i mange årtier været "tørre" typer, dvs. ikke olieafkølede. Oplysninger fra leverandører af transformatorer understøtter dette (Rasmussen, 1999; Vikkelsø, 1999). De internationale standarder, apparaterne er godkendt efter, har foreskrevet tørre transformatorer. Siden 1991 (muligvis før) har standarderne desuden foreskrevet, at anvendte komponenter ikke må indeholde PCB (DEMKO, 1998). I den gennemgåede litteratur er der ikke set eksplicite oplysninger om anvendelse af PCB i mindre transformatorer.

PCB har således efter alt at dømme ikke været anvendt som kølemiddel i mindre transformatorer i Danmark.

Oprindelig bestand i Danmark

Ifølge Falkengaard (1998) fik PCB kun ringe anvendelse i højspændingstransformatorer i Danmark. Det skyldes, at der i forvejen var krav om, at højspændingstransformatorer blev holdt adskilt fra andre brændbare installationer på grund af brandfaren ved transformatorolien. Incitamentet til at anvende PCB til brandhæmning i olien var således begrænset. Derimod blev der ifølge Falkengaard opbygget en stor bestand af PCB-holdige transformatorer i visse andre Europæiske lande, fx Frankrig. Her var transformatorerne typisk placeret indendørs, (WHO, 1993; dvs. formodentligt med større krav til at selve transformatoren var brandsikker).

Der findes ingen centrale registreringer af højspændingstransformatorer i Danmark.

Såvel Hansen og Grove (1983) som Falkengaard (1998) anslår, at den maksimale bestand af højspændingstransformatorer med PCB var betydeligt under 100 stk. Det er uvist om disse vurderinger kan regnes som uafhængige af hinanden. Vurderingen støttes dog af uafhængige oplysninger fra en erfaren leverandør (Vikkelsø, 1999). Størstedelen heraf var, så vidt Falkengaard er orienteret, fremstillet hos én dansk producent.

Ifølge oplysninger fra den pågældende producent var det typiske indhold af PCB-holdig olie i transformatorerne 400 l (Falkengaard, 1998). Hansen og Grove (1983) har på baggrund af usikre oplysninger antaget et gennemsnitsindhold på 500 l PCB.

Hvis der regnes med 400 l PCB pr. transformator, har der således været omkring 40.000 l PCB-holdig olie i brug til dette formål i Danmark. Der er ikke fundet oplysninger om de anvendte koncentrationer af PCB i transformatorolierne. Med en typisk vægtfylde af PCB på 1,5 kg/l (Hansen og Grove, 1983), svarer dette altså til maksimalt omkring 60 tons PCB (dvs. under den antagelse, at der var tale om 100% PCB-olier).

Hansen og Grove (1983) anslog et totalt forbrug af samme størrelse, med et usikkerhedsinterval på 30-100 tons PCB.

Dekontaminering af transformatorer

Det er muligt at udskifte den PCB-holdige olie i en transformator med PCB-fri transformatorolie til et niveau så den ikke længere defineres som PCB-holdig, frem for at bortskaffe hele transformatoren. Dette kaldes "dekontaminering" af transformeren. Som det ses i tabel 6.1 er der foregået en bortskaffelse af transformator- og kondensatorolie med PCB til Kommunekemi. Om der er tale om dekontaminering af udstyr, som fortsat er i brug, eller om olien er blevet tappet af i forbindelse med bortskaffelse af transformatoren, fremgår ikke. Det er imidlertid Falkengaards opfattelse (1998), at dekontaminering ikke har været særligt udbredt i Danmark.

For transformatorer mindre end 1 kg gælder, at transformatorer som er dekontamineret ned til 0,05-0,005 vægtprocent PCB, må anvendes indtil udløbet af deres levetid, men ejeren skal derefter sikre, at transformatoren bortskaffes som PCB-holdigt affald eller dekontamineres yderligere. Den må altså ikke opbevares efter endt brug. Undtagelsen vedrørende dekontaminerede transformatorer indeholdende 0,05-0,005 vægtprocent, skyldes at det er meget vanskeligt ved dekontamineringen at bringe PCB-koncentrationen ned under 0,005 vægtprocent PCB (ud fra Webber, 1988).

Der er ved spørgeskemaundersøgelsen ikke identificeret dekontaminerede transformatorer med indhold på 0,05-0,005 vægtprocent.

Kontaminering af transformatorer

Fra bl.a. Sverige og Tyskland er der kendskab til, at der er sket en væsentlig kontamination af ikke-PCB-holdige transformatorolier, formentlig i forbindelse med reparation af transformatorer og genanvendelse af olien (Öberg, 1996; Jacobi, 1996). Det skal dog bemærkes, at PCB-holdige transformatorer har været mere udbredte i Tyskland, hvor der alene i Vesttyskland har været anvendt 14.000 tons PCB-holdige transformatorolier, mens ca. 110.000 tons mineralolie-baserede transformatorolier har været kontaminerede (Jacobi, 1996).

På foranledning af Danske Elværkers Forening blev der i 1994 lavet en stikprøveundersøgelse af PCB i olien fra 40 transformatorer i Danmark (Mathiesen, 2000). Der var tale om tilfældigt udvalgte transformatorer af forskellige typer fra perioden 1942-1989. Af de 40 transformatorer havde 36 mindre end 1 ppm PCB, mens der i 4 transformatorer blev fundet henholdsvis 2, 4, 6, og 9 ppm PCB i olien (1 ppm = 0,0001%). Hvorvidt de lave niveauer af PCB skyldes kontaminering i forbindelse med produktion eller vedligeholdelse af transformatorerne vides ikke.

PCB-holdige transformatorer i dag

I de gennemførte spørgeskemaundersøgelser er samtlige danske elværker og elforsyningsvirksomheder, hovedparten af havne og metalstøberier, samt en lang række andre virksomheder blevet kontaktet.

Hvad angår elselskaberne viser besvarelserne, at der ikke eksisterer flere transformatorer i elforsyningsnettet med et PCB-indhold over 5 liter efter undersøgelsens afslutning.

Larsen (1998) bekræftede sandsynligheden af dette resultat og vurderede, at eventuelle resterende PCB-holdige højspændingstransformatorer skulle findes hos visse storforbrugere af el. Han nævnte eldrevne havnekraner og metalstøberier med induktionsovne som muligheder. Visse havnekraner kører på 10 kV (kilovolt), som først transformeres til brugsspændingen på selve kranen. Det har i den foretagne undersøgelse også vist sig at PCB-holdige transformatorer kan findes på hospitaler.

I forbindelse med spørgeskemaundersøgelserne er der udsendt spørgeskemaer om PCB-holdige apparater til næsten samtlige havne og jern- og metalstøberier i Danmark, og det vurderes, at langt størstedelen af danske højspændingstransformatorer er dækket. Ud af de i alt 1310 virksomheder og forsyningsselskaber, der er blevet spurgt, svarede et støberi og et hospital bekræftende på, at de havde PCB-holdige transformatorer og 2 virksomheder svarede, at de havde en transformator med muligt PCB-indhold. Det er efterfølgende påvist, at de to transformatorer, med et muligt indhold af PCB, faktisk ikke indeholdt PCB, og alle PCB-holdige transformatorer er blevet bortskaffet.

På denne baggrund vurderes det her, at der herefter resterer få eller ingen højspændingstransformatorer med PCB-holdig olie i Danmark. Dette underbygges af udviklingen i bortskaffelsen af PCB-holdige transformatorer til Kommunekemi, se afsnit 8.

5 Registrering af større apparater med PCB

Med henblik på at undersøge i hvilket omfang PCB-holdigt udstyr stadig er i omløb i Danmark og få registreret eventuelt PCB-holdigt udstyr med et indhold af PCB-holdig væske på over 5 dm³, er der i flere runder i 1998 og 1999 udsendt spørgeskemaer til mulige indehavere af PCB-holdigt udstyr.

Undersøgelsen var initieret på baggrund af EU direktiv 96/59/EF om bortskaffelse af PCB/PCT, som pålægger medlemsstaterne at udarbejde lister over elektrisk udstyr med et indhold på over 5 dm³ PCB, og blev startet før vedtagelsen af den danske bekendtgørelse, der implementerer direktivet. Det havde imidlertid ikke været tilladt at anvende det pågældende udstyr i Danmark siden 1. jan. 1995.

Første registreringsrunde

Der blev i første runde foretaget en spørgeskemaundersøgelse vedrørende apparater med PCB-indhold på mere end 5 dm³. Heri blev et spørgeskema med næsten samme ordlyd som "Skema 1" (se bilag 1) sendt til 113 kraftværker og elforsyningselskaber, samt til 52 større havne og virksomheder. De kontaktede elselskaber, havne og virksomheder fra denne første registreringsrunde er inkluderet i bilag 3.

Af de 165 elselskaber og virksomheder, der var rettet henvendelse til, kom der svar fra 156 (svarprocent på 92%). Der blev udsendt skriftlige rykkere i to runder. Da spørgeskemaerne blev udsendt før igangtræden af den nuværende bekendtgørelse havde virksomhederne ikke pligt til at svare på henvendelsen.

Ingen af de 156 elselskaber og virksomheder var pr. 1. aug. 1998 indehavere af PCB-holdigt udstyr af den relevante størrelse. I løbet af registreringsperioden var der nogle af de implicerede (3-4), der bortskaffede udstyr med muligt PCB-indhold, inden spørgeskemaet blev returneret med afkræftende svar.

Et enkelt skema blev returneret med oplysninger om en transformator med muligt PCB-indhold, men transformatoren var allerede bortskaffet på svar-tidspunktet.

Anden registreringsrunde

For at opnå en bedre dækning af transformatorer blev der i anden registreringsrunde sendt spørgeskemaer om PCB-holdige apparater ud til yderligere 40 danske havne og 50 danske jern- og metalstøberier. (De kontaktede havne og støberier er indgår i bilag 3). Havnene blev udvalgt ud fra Trafikministeriets Havnedatabase (Trafikministeriet, 1996). Danske jern- og metalstøberierne blev udvalgt ud fra opslagsværket Kompass. (1998 opdatering på CD-ROM).

Havne og jern- og metalstøberier blev valgt som mest sandsynlige indehavere af store transformatorer (udover elselskaberne, se afsnit 4). Samtidigt bruges højspændingstransformatorer i reglen sammen med store kondensatorbatterier til fasekompensering.

Der blev udsendt 2 spørgeskemaer. Skema 1 handlede om registrering af apparater med mere end 5 liter PCB, jf. krav om central registrering heraf i

EU-direktivet (EU, 1996) og den nye danske bekendtgørelse om PCB (Bek. nr. 925, 1998). Skema 2 var rettet mod øvrige apparater med PCB, som ikke er registreringspligtige (dvs. kondensatorer, transformatorer mv. med indhold af mindre mængder PCB end 5 liter). De to spørgeskemaer er vedlagt i bilag 2.

80 af de 90 udsendte spørgeskemasæt blev besvaret (svarprocent på 89%). Der blev udsendt skriftlige rykkere i to runder. Det skal bemærkes at virksomheder i følge bekendtgørelsen kun har pligt til at svare på henvendelsen, hvis de er indehavere af PCB-holdigt apparatur.

Af de 80 virksomheder svarede én havn/frysevirksomhed og ét støberi bekræftende på, at de havde PCB-holdige apparater. Havnen havde 5 kondensatorer. Støberiet havde store transformatorer, der i alt indeholdt ca. 1.700 kg olie, plus et større antal kondensatorer med samlet bruttovægt på ca. 2.900 kg incl. beholdere mv. Alt PCB-holdigt udstyr er efterfølgende bortskaffet til Kommunekemi.

Tredje registreringsrunde

På grundlag af resultaterne fra de to første runder og oplysninger fra branchen om, at der formodentlig stadig var et betydeligt antal kondensatorer i brug, blev der efteråret 1999 udsendt 1055 spørgeskemaer til potentielle indehavere af store PCB-holdige kondensatorer.

Virksomhederne var udvalgt på grundlag af et udtræk fra det Centrale Erhvervsregister omfattende virksomheder med over 20 ansatte inden for brancher, hvor der erfaringsmæssigt ofte anvendes fasekompensering. Det anslås i branchen at virksomheder med mindre end 20 ansatte kun vil repræsentere 10-15% af den samlede mængde kondensatorer på vægtbasis. Fra listen udvalgte godt 950 virksomheder, som på grundlag af yderligere oplysninger fra branchen og Brandteknisk Institut, blev vurderet som de mest sandsynlige indehavere af PCB-holdigt udstyr. Omkring 1.400 virksomheder, som havde modtaget regelmæssig brandinspektion i slutningen af 1980'erne, blev eksempelvis betraget som mindre sandsynlige indehavere, da der ved inspektionen havde været fokus på PCB-holdigt udstyr. Nettolisten fra det Centrale Erhvervsregistret blev suppleret med en række udvalgte renseanlæg, forbrændingsanlæg, aviser med eget trykkeri og større stadioner.

Af de 1.055 adspurgte i 3. runde var der pr. 20 jan 2000 kommet i alt 971 svar (svarprocent på 92%). Der blev udsendt skriftlige rykkere i to runder. Det skal bemærkes, at virksomheder i følge bekendtgørelsen kun har pligt til at svare på henvendelsen, hvis de er indehavere af PCB-holdigt apparatur.

Af de adspurgte svarede 22 bekræftende, at de var indehavere af PCB-holdigt udstyr med over 5 dm³ PCB. Hertil kom tre virksomheder, som svarede at de havde PCB-holdigt udstyr på under 5 dm³.

Der blev identificeret i alt 91 stk. store kondensatorer hos 18 virksomheder. 1 sygehus svarede, at de havde en PCB-holdig transformatorer, mens to virksomheder svarede at de havde transformatorer som muligvis indeholdt PCB. Disse har senere vist sig ikke at indeholde PCB.

Der var ingen virksomheder, der i lighed med den første undersøgelse, gjorde direkte opmærksom på, at de bortskaffede udstyret inden de svarede, men det kan ikke udelukkes at det forekom.

Sammenfatning af registreringerne

I de tre spørgeskemaundersøgelser er der således samlet kontaktet 1.310 potentielle brugere, hvoraf 1.187 besvarede skemaerne. Heraf svarede 25

brugere bekræftende på, at de havde PCB-holdigt udstyr, mens mindst 3-4 brugere havde bortskaffet udstyr med muligt indhold af PCB, inden de svarede afkræftende på spørgsmålene.

Der var ingen overlap i de kontaktede brugere mellem de tre undersøgelser. Samlet vurderes de tre spørgeskemaundersøgelser at dække langt størstedelen af højspændingstransformatorerne i Danmark.

Det vurderes, at der vil findes i størrelsen 5.000-10.000 virksomheder, institutioner og anlæg i Danmark med fasekompenseringsanlæg.

I den seneste undersøgelse, dækkende mere end 1000 virksomheder, som var udvalgt som de mest sandsynlige indehavere af PCB-holdigt udstyr, blev der i alt registreret 91 store kondensatorer. Dette svarer til ca. 0,2% af den oprindelige bestand på ca. 50.000 enheder. Af de virksomheder, som ikke er blevet spurgt, vides det, at i størrelsen flere tusinde virksomheder er blevet inspiceret af brandmyndighederne eller gennemgået af folk fra kondensatorbranchen.

Alt registreret PCB-holdigt udstyr er efterfølgende blevet bortskaffet

6 PCB-holdigt affald modtaget på Kommunekemi

Bortskaffelse af PCB-holdige apparater og PCB-holdigt olie.

I Danmark er Kommunekemi den eneste virksomhed, som må destruere kondensator- og transformatorolier med et PCB-indhold på mere end 50 ppm.

Af tabel 6.1 fremgår mængderne af PCB-holdigt affald, som er blevet modtaget hos Kommunekemi fra danske leverandører i perioden 1992-1999. Det fremgår ikke af opgørelserne, hvor meget PCB der har været i det PCB-holdige affald.

Tabel 6.1

PCB-holdigt affald fra danske virksomheder og elselskaber modtaget hos Kommunekemi i perioden 1992-1997 (Vinfeldt Nielsen, 1997; 2000).

Prisgruppe	Modtaget mængde fra Danmark (kg)								
	92	93	94	95	96	97	98	99	I alt
PCB-holdig transformator- og kondensatorolie A2+A5+C1+C2 ¹⁾	428	720	3.937	6.490	1.240	860	800	2.765	14.475
PCB-holdige kondensatorer og transformatorer B3 + B4 + B5 ¹⁾	23.470	3.544	21.820	45.732	7.126	7.410	5.813	9.201 ²⁾	114.915
PCB/PCT-holdigt affald B1+B2+B6+Z9 ¹⁾	420	880	547	1.557	300	146	459	1.377	4.309

Note

¹⁾ Kommunekemis affaldsklasser. PCB-holdigt lossepladsaffald er ikke inkluderet i tabellen.

²⁾ Heraf 7.070 kg med transformatorer (som formodentlig er de i denne undersøgelse identificerede).

Som nævnt har PCB-holdige kondensatorer og transformatorer ikke måttet anvendes siden 1. jan 1995. Dette afspejles tydeligt i tallene i tabel 6.1.

PCB-holdigt transformator- og kondensatorolie

Indleveringen af PCB-holdige transformatorolier toppede i 1995, men også i 1997 og 1998 er der indleveret mængder svarende til 1 til 2 transformatorer pr år. Det fremgår ikke af opgørelserne, hvor stort PCB-indholdet i olierne var. I 1999 ses en stigning i leverancerne, som stemmer overens med bortskaffelsen af de transformatorer, som blev identificeret gennem denne undersøgelse.

PCB-holdige transformatorer og kondensatorer

Indleveringen af PCB-holdige transformatorer og kondensatorer toppede ligeledes i 1995. De indleverede mængder i 1997-98 svarer til henholdsvis 16% og 14% af mængden i 1995. Af de mere detaljerede opgørelser (ikke angivet i tabellen) fremgår, at alle leverancer i 1996-1998 har været kondensatorer, mens kondensatorer i 1999 kun udgjorde ca. 2.000 kg.

Hvis man regner med, at kondensatorerne i gennemsnit vejer 40 kg svarer de indleverede mængder i 1998 og 1999 til henholdsvis ca. 145 og 50 kondensatorer. Dette kan sammenlignes med at der i undersøgelserne i 1998 og 1999 blev registreret 166 kondensatorer. Herudover vides et antal kondensatorer at være blevet bortskaffet på anledning af undersøgelserne uden at være blevet registreret. Hovedparten af kondensatorerne modtaget på Kommunekemi synes således at være et resultat af denne undersøgelse.

Tallene indikerer, at der kan være enkelte transformatorer, som stadig er i brug. For kondensatorerne ses en klart faldende tendens i mængderne. Sammenholdt med det faktum, at en del af de bortskaffede kondensatorer i 1998 og 1999, vil være de kondensatorer, som er identificeret gennem denne undersøgelse, kan det groft ekstrapoleres, at det må forventes, at der i de følgende år stadig vil kunne indleveres i størrelsen 100-500 kondensatorer til bortskaffelse.

PCB-holdigt affald

Der er også sket et fald i mængden af indleveret PCB-holdigt affald siden 1995, og den samlede mængde, der er indleveret i 1997 udgør ca. 9% af mængden i 1995. PCB-holdigt affald behøves ikke nødvendigvis at have tilknytning til anvendelse af PCB-holdige apparater, og der kan derfor i denne forbindelse ikke tolkes på resultaterne.

Referencer

- Ahlberg, U.G., Hanberg, A. and Kenne, K. (1992): *Risk Assessment of Polychlorinated Biphenyls (PCBs)*. Nord 1992:26, Institute of Environmental Medicine, Karolinska Institutet for Nordic Council of Ministers, Copenhagen, 1992.
- Bek. nr. 18, 1976: *Bekendtgørelse om begrænsninger i indførslen og anvendelsen af PCB og PCT*. Miljøministeriet, København, 1976. Som citeret af Hansen og Grove (1983).
- Bek. nr. 718, 1986: *Bekendtgørelse om begrænsninger i anvendelsen af PCB og PCT*. Miljøministeriet, København, 9. oktober 1986.
- Bek. nr. 925, 1998: *Bekendtgørelse om PCB, PCT og erstatningsstoffer herfor*. Miljø- og Energiministeriet, København, 13. december 1998.
- EU, 1996: *Rådets direktiv 96/59/EF af 16. september 1996 om bortskaffelse af polychlorbiphenyler og polychlorterphenyler (PCB/PCT)*. Den Europæiske Union.
- Danmarks Statistik (1998): *Bygge- og anlægsvirksomhed*. Statistiske Efterretninger 1998:42, København.
- Dansk Brandværns-Komité (ca. 1986): *PCB-holdige transformatorer og kondensatorer*. Brandteknisk Information, nr. 22, Birkerød, ca. 1986 (årstal ikke angivet).
- DEMKO A/S, Hagelund, C. og Krzywkowski, A. (1998): Personlig oplysning. Herlev, februar 1999.
- ENEA (1995): *Priority Waste Streams - Waste from Electrical and Electronic Equipment*. Italian National Agency for New Technology, Energy and the Environment, for EC Project Group on Waste from EEE, third draft, Rome, 1995.
- Falkengaard, Ole (1998): *Personlig oplysning og udleveret materiale*. Dansk Brandteknisk Institut, Hvidovre, oktober 1998.
- Hansen, E. og Grove A. (1983): *PCB/PCT-forurening - En udredning om forbrug, forurening og transportveje for PCB og PCT i Danmark*. COWIconsult for Miljøstyrelsen, september 1983, ikke publiceret.
- Hansen, G., Nielsen, A. og Pommer, K. (1993): *Elektriske og elektroniske produkter i Danmark*. Arbejdsrapport nr. 53, 1993, Miljøstyrelsen, København.
- Hohberg, Jan (1998): Personlig oplysning og udleveret materiale. Elektromiljø A/S, Vejle, december 1998.
- Jacobi, H. W. 1996. *Origin and disposal of PCB-contaminated wastes*. Paper for International seminar on PCB management, Tokyo, 1996.

- Larsen, Ove (1998): Personlig oplysning og udleveret materiale. Dansk Industri-kompensering, Spørring (pr. Trige), oktober 1998.
- Lisbeth, P (1973): *Polychlorete bifenyler (PCB) - Utredningdopdrag for Miljøverndepartementet*. A/S Miljøplan, Høvik, Norge, 1973. Som refereret i Hansen og Grove (1983).
- Mathiesen, C. (2000). Personlig oplysning. Danske Elværkers forening, januar 2000.
- LLNL, (1999): *Guidelines for Polychlorinated Biphenyls*. Lawrence Livermore National Laboratory's hjemmeside på http://www.llnl.gov/es_and_h/guidelines/pcb/pcb.html, opdateret juli 1998, set marts 1999.
- Rambøll, Hannemann og Højlund (1995): *Elektriske og elektroniske produkter - indsamling og bortskaffelse*. Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen, nr. 53 1995.
- Rasmussen, P. (1999): Personlig oplysning. Siemens A/S, Ballerup, marts 1999.
- Rendan (1999): *Oversigtsnotat om elektronikskrot*. Set på <http://www.rendan.dk/statisti/oversigt/elektron.htm> 3 marts 1999. Citerer Danske Kommuner nr. 19, 5. juni 1997, p. 9 og Miljøaktuelt Nr. 2, 5. marts 1997, p. 2.
- Richter, H., Lorenz, W. and Bahadir, M. (1997): *Examination of Organic and Inorganic Xenobiotics in Equipped Printed Circuits*. *Chemosphere*, vol. 35, Nos 1/2, pp. 169-179, 1997.
- Richter, H. og Dettmer, F. (1998): Personlig oplysning og fremsendt materiale. Technical University of Braunschweig, Tyskland. December 1998 og januar 1999.
- Trafikministeriet, Jytte Nissen (1996): Fremsendt udtræk fra Trafikministeriets Havnedatabase (træk pr. juni 1995). København, juni 1996.
- Vikkelsø, F. (1999): Personlig oplysning. AEG Industri A/S, Albertslund, marts 1999.
- Vinfeldt Nielsen, S. (1997): Personlig oplysning og fremsendt materiale. Kommunekemi, Nyborg, november 1997; januar 2000.
- Webber, I. (1988): *The Retrofill and Reclassification of Polychlorinated Biphenyl Transformers*. PP. 135-174. *Hazards, Decontamination and Replacement of PCB - a Comprehensive Guide* (ed. Jean-Pierre Crine). Environmental Science Research, vol. 37, Plenum Publishing Corporation, New York, USA, 1988.
- WHO (1993): *Polychlorinated Biphenyls and Terphenyls* (2. edition). Environmental Health Criteria 140, World Health Organisation, Geneva, 1993.
- Öberg, T. 1996. *Replacement of PCBs (polychlorinated biphenyls) and HCB (hexachlorobenzene) - the Swedish experience*. I: Alternatives

to persistent organic pollutants. KemI 4/96. Kemikalieinspektionen, Solna.

Bilag 1

Udsendte spørgeskemaer til tredje runde af denne undersøgelse

Layoutet er her let komprimeret i forhold de udsendte skemaer.

I første runde blev kun skema 1 udsendt.

Skema 1 Apparater med mere end 5 liter PCB-holdig væske. Registreringen udføres for Miljøstyrelsen		De to skemaer returneres inden 8. nov. 1999 til: COWI, Flegborg 6, 7100 Vejle. Att: Jakob Maag	
«NAVN1» «NAVN2» «ADRESSE» «POST» «BY»		Kontaktperson: Telefon:.....Dato: Underskrift :	
<p>Hvis virksomheden ikke er indehaver af apparater, som indeholder mere end 5 liter væske med et PCB-indhold på mere end 50 ppm (0,005 vægtprocent), kan De på dette skema nøjes med at udfylde rubrik A, ellers skal rubrik B udfyldes. Gå derefter videre til skema 2.</p> <p>Med "PCB" menes: PCB (polychlorerede biphenyler), PCT (polychlorerede terphenyler), monomethyl-tetrachlor-diphenylmethan, monomethyldichlordiphenylmethan eller monomethyldibromdiphenylmethan. Med hensyn til kondensatorer skal grænsen på 5 liter forstås sådan, at det samlede indhold i et kombineret sæt bestående af flere enkeltelementer, skal være mere end 5 liter. I bilaget til skemaerne findes en fortegnelse fra 1988 over transformatorer og kondensatorer indeholdende PCB. Efter 1988 er der ikke solgt PCB-holdige apparater til disse formål. PCB-holdige apparater, samt lokalerne, hvori de er placeret, skal bære tydelig mærkning, der angiver, at der er PCB til stede.</p>			
A	Virksomheden er <u>ikke</u> indehaver af apparater, som indeholder mere end 5 liter væske med et PCB-indhold på mere end 50 ppm <input type="checkbox"/>		
Der skal i princippet udfyldes et skema for hvert apparatet. Hvis der er flere apparater af samme type, som befinder sig i samme bygning, og som behandles samlet, kan de dog samles i et skema.			
B	Virksomheden er indehaver af apparater, som indeholder mere end 5 liter væske med et PCB-indhold på mere end 50 ppm.		
Type af apparat: Kondensator <input type="checkbox"/> Transformator <input type="checkbox"/> Andet <input type="checkbox"/>			
Fabrikat og typebetegnelse :			
Antal ens apparater, som behandles samlet :			
Adresse, hvor apparatet befinder sig, med angivelse af bygningsnr. mm:			
Koncentrationen af PCB i væsken angives, hvis den ikke kendes, som mere end 500 ppm.			
Mængde af PCB-holdig væske pr. apparat:			
PCB-koncentration i væsken : Mere end 500 ppm <input type="checkbox"/> 50-500 ppm <input type="checkbox"/>			
Hvis koncentrationen af PCB i væsken er mere end 500 ppm, skal De oplyse, hvornår og hvorledes De vil behandle apparatet			
Dato for planlagt behandling:.....			
Planlagt behandling: Bortskaffelse af apparatet <input type="checkbox"/> Udskiftning af væsken <input type="checkbox"/>			
Apparatet/væsken bortskaffes til:			
Spørgsmål til udfyldelse af skemaet kan rettes til Jakob Maag eller Carsten Lassen på tlf: 76 42 64 00 eller via e-mail: jam@cowi.dk eller crl@cowi.dk, hos hvem De også kan rekvirere flere skemaer.			

Skema 2 Supplerende spørgsmål om PCB-holdige apparater. Undersøgelse for Miljøstyrelsen		De to skemaer returneres inden 8. nov. 1999 til: COWI, Flegborg 6, 7100 Vejle. Att: Jakob Maag	
«NAVN1» «NAVN2» «ADRESSE» «POST» «BY»		Kontaktperson: Telefon:.....Dato:	
<p>Skema 2 handler om kondensatorer, transformatorer og andre apparater med PCB, som indeholder mindre end eller lig med 5 liter PCB-holdig væske.</p> <p>Hvis virksomheden ikke er indehaver af sådanne apparater, kan De nøjes med at udfylde rubrik C, ellers beder vi Dem udfylde rubrik D. Apparater med mere end 5 liter PCB-holdig væske skal registreres på Skema 1.</p> <p>I bilaget til skemaerne findes en fortegnelse fra 1988 over transformatorer og kondensatorer indeholdende PCB. Efter 1988 er der ikke solgt PCB-holdige apparater til disse formål. PCB-holdige apparater, samt lokalerne, hvori de er placeret, skal bære tydelig mærkning, der angiver, at der er PCB til stede.</p> <p>Det fremgår af Skema 1, hvilke stoffer betegnelsen "PCB" omfatter.</p>			
C Virksomheden er <u>ikke</u> indehaver af kondensatorer, transformatorer, eller andre apparater med PCB, som indeholder <u>mindre end eller lig med 5 liter PCB-holdig væske</u> <input type="checkbox"/>			
<p>Såfremt virksomheden er indehaver af flere forskellige typer af sådant PCB-holdigt apparatur, bedes De angive de nævnte oplysninger for hver type for sig, enten på kopier af Skema 2, eller på bagsiden af skemaet.</p>			
D Virksomheden er indehaver af apparater med PCB, som indeholder <u>mindre end eller lig med 5 liter PCB-holdig væske</u> . Type af apparat: Kondensator <input type="checkbox"/> Transformator <input type="checkbox"/> Andet <input type="checkbox"/> - hvilket (anvendelse):			
Fabrikat og typebetegnelse :			
Antal ens apparater:.....			
Apparatets effekt:.....Enhed:.....			
Vægt af apparatet i kg (evt. anslået):.....kg			
Mængde af PCB-holdig væske pr. apparat (evt. anslået):.....Enhed:.....			
<p>Enheden for koncentrationen af PCB i væsken kan være ppm, vægtprocent, mg/kg, mg/l, med flere.</p>			
Koncentration af PCB i væsken (hvis kendt):Enhed:.....			
<p>Spørgsmål til udfyldelse af skemaet kan rettes til Jakob Maag eller Carsten Lassen på tlf: 76 42 64 00 eller via e-mail: jam@cowi.dk eller crl@cowi.dk, hos hvem De også kan rekvirere flere skemaer.</p>			

